

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Terence MCKELVEY, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: GAS TURBINE APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

Japan

APPLICATION NUMBER

2002-361312

MONTH/DAY/YEAR

December 12, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and

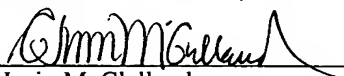
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 2 日
Date of Application:

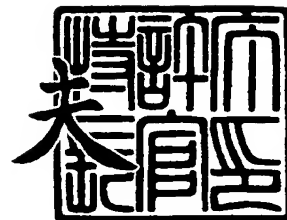
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 1 3 1 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 1 3 1 2]

出 願 人 株式会社荏原製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 EB2721P

【提出日】 平成14年12月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02C 03/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 マッケルヴィ テレンス

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 丸井 英史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 宮本 政博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 片岡 匡史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 古谷 泰

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所

【代表者】 依田 正稔

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093942

【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスタービン装置及び発電電力の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼ガスが供給されることにより回転するタービンと、
前記タービンに連結された発電機と、
燃料調節弁の弁開度を調節することにより前記タービンの回転速度を略一定に
制御する回転速度用 P I D 演算部と、

前記燃料調節弁の弁開度を調節することにより排気される燃焼ガスの温度を所
定温度以下に制御する排気温度用 P I D 演算部と、

前記排気温度用 P I D 演算部の出力値と前記回転速度用 P I D 演算部の出力値
に基づいて前記発電機の発電電力を制御する発電電力制御部とを設けたことを特
徴とするガスタービン装置。

【請求項 2】 前記発電電力制御部は、前記燃料調節弁の弁開度から前記排
気温度用 P I D 演算部の出力値を減算する第 1 の減算部と、前記第 1 の減算部の
算出値に所定の係数を乗算する数値変換部と、予め設定された基準発電指令値か
ら前記数値変換部の算出値を減算する第 2 の減算部と、を備えたことを特徴とす
る請求項 1 に記載のガスタービン装置。

【請求項 3】 燃焼ガスが供給されることにより回転するタービンと、前記
タービンに連結された発電機と、排気される燃焼ガスの温度を制御する排気温度
用 P I D 演算部とを備えるガスタービン装置の発電電力の制御方法であって、

前記タービンの回転速度が略一定となるように燃料調節弁を介して燃料供給量
を調節し、

前記排気温度用 P I D 演算部は、前記燃料調節弁を調節することにより燃焼ガ
スの温度を所定温度以下に制御し、かつ、前記発電機の発電電力を制御すること
を特徴とする発電電力の制御方法。

【請求項 4】 前記燃料調節弁の弁開度と前記排気温度用 P I D 演算部の出
力値との差に応じて前記発電機の発電電力を増減させることを特徴とする請求項
3 に記載の発電電力の制御方法。

【請求項 5】 前記燃料調節弁の弁開度から前記排気温度用 P I D 演算部の

出力値を減算する第 1 の減算工程と、前記第 1 の減算工程の算出値に所定の係数を乗算する数値変換工程と、予め設定された基準発電指令値から前記数値変換工程の算出値を減算する第 2 の減算工程と、を有することを特徴とする請求項 4 に記載の発電電力の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスタービン装置に係り、特に、排気される燃焼ガスの温度に基づいて発電機の発電電力を制御する制御システムを備えたガスタービン装置及び発電電力の制御方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般に、ガスタービン装置は、流体を受けて回転するタービンと、燃料と空気との混合気を燃焼させる燃焼器と、燃焼器への燃料供給量を調節する燃料調節弁と、燃焼器に空気を圧送する空気圧縮機などから基本的に構成される。燃焼器では、混合気が燃焼することにより高温高圧の燃焼ガスが発生し、この燃焼ガスがタービンに供給されることによりタービンが高速で回転するようになっている。

【 0 0 0 3 】

上記ガスタービン装置は、燃料調節弁を介して燃焼器への燃料供給量を調節することによりタービンを一定の回転速度に制御する回転速度用 P I D 演算部を備えている。回転速度用 P I D 演算部では、タービンの現在の回転速度を所定の目標回転速度に近づけるためのフィードバック制御が行われている。即ち、タービンの回転速度は回転速度用 P I D 演算部にフィードバックされ、現在の回転速度と予め設定された目標回転速度との偏差を最小にするための最適な燃料供給量が回転速度用 P I D 演算部によって演算されるようになっている。この回転速度用 P I D 演算部では、P I D 制御に基づいて燃料供給量が演算される。

【 0 0 0 4 】

ここで、P I D 制御について説明する。P I D 制御は、制御対象の現在値を予め設定された目標値に近づけるための制御方法である。この P I D 制御は、現在

値と目標値との偏差をゼロとするための操作量（制御出力値）を、比例動作（Proportional action）、積分動作（Integral action）、微分動作（Derivative action）に基づいて演算するようになっており、それぞれの頭文字を取って「PID」制御と称されている。このPID制御によれば、偏差の大きさに応じた比例動作と、偏差の継続時間に応じた積分動作と、偏差の変化量に応じた微分動作とを組み合わせた制御動作が可能となる。

【0005】

一般に、ガスタービン装置の起動時には、タービンを速やかに定格回転速度まで引き上げようとして多くの燃料が供給されるため、混合気が激しく燃焼する。燃焼ガスは、ガスタービン装置の温度、特に燃焼器や、排気口近傍に設置される再生器（熱交換器）の温度に直接影響を与えるため、起動時にガスタービン装置が過度に高温となってしまうおそれがある。このため、ガスタービン装置は、排気される燃焼ガスの温度（以下、適宜、排気温度という）が、所定の温度以下で推移するよう燃料供給量を制御する排気温度用PID演算部を備えている。この排気温度用PID演算部は、混合気に着火してから定格回転に至るまでの間に作動するようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

このガスタービン装置には、タービンの回転軸に発電機を取り付け、タービンにより発電機を駆動することにより発電を行うガスタービン装置がある。一般に、発電機の発電電力を増大させると燃料供給量は増大し、これに伴ってガスタービン装置の温度が上昇する。このため、ガスタービン装置が過度に高温とならないように発電機の発電電力を制御する必要がある。この発電電力の制御は、従来専用の制御ロジックを用いて行われているため、制御システム全体の回路構成が複雑にならざるを得ないという問題があった。

【0007】

本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたものであり、ガスタービン装置の許容温度以下に排気温度を抑えつつ最大の発電電力を得ることができ、しかも、回路構成を簡素化して処理速度を向上させることができる制御システムを

備えたガスタービン装置及び発電電力の制御方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

上述した従来の問題点を解決するために、本発明は、燃焼ガスが供給されることにより回転するタービンと、前記タービンに連結された発電機と、燃料調節弁の弁開度を調節することにより前記タービンの回転速度を略一定に制御する回転速度用 P I D 演算部と、前記燃料調節弁の弁開度を調節することにより排気される燃焼ガスの温度を所定温度以下に制御する排気温度用 P I D 演算部と、前記排気温度用 P I D 演算部の出力値と前記回転速度用 P I D 演算部の出力値に基づいて前記発電機の発電電力を制御する発電電力制御部とを設けたことを特徴とする。

【0 0 0 9】

このように構成された本発明によれば、ガスタービン装置が許容し得る温度以下に排気温度を抑えつつ最大の発電電力を発生させることができる。また、排気温度用 P I D 演算部の出力値を発電電力制御部に流用することにより、制御システム全体の構成を簡素化でき、処理速度を向上させることができる。

【0 0 1 0】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るガスタービン装置の一実施形態について図面を参照して説明する。

図 1 は本実施形態であるガスタービン装置の全体構成を示す模式図である。

【0 0 1 1】

図 1 に示すように、ガスタービン装置は、タービン 1 と、燃料と空気との混合気を燃焼させる燃焼器 2 と、燃焼器 2 への燃料の供給量を調節する燃料調節弁 10 と、燃焼器 2 に空気を圧送する空気圧縮機 3 とを備えている。また、ガスタービン装置は、タービン 1 に連結された発電機 5 と、タービン 1 を制御対象とするタービン制御部 12 とを備えている。

【0 0 1 2】

タービン 1 は、ケーシング（図示せず）の内部に配置されると共に回転軸 6 に

固定されている。回転軸 6 は軸受（図示せず）により回転自在に支持され、回転軸 6 とタービン 1 とは一体的に回転するようになっている。空気圧縮機 3 は回転軸 6 を介してタービン 1 により駆動されて空気を圧縮するように構成されている。この空気圧縮機 3 は配管 7 を介して燃焼器 2 に接続されており、空気圧縮機 3 により圧縮された空気は配管 7 を通って燃焼器 2 に供給されるようになっている。また、配管 7 の途中には、燃焼ガスの熱を利用して配管 7 を通過する空気を加熱する熱交換器 4 が配置されている。

【0013】

燃料調節弁 10 は、図示しない燃料供給源と燃焼器 2 とを接続する配管 9 に配置されている。燃料供給源から供給された燃料は、配管 9 及び燃料調節弁 10 を介して燃焼器 2 に供給される。燃料調節弁 10 は弁の開度が可変に構成されており、燃料調節弁 10 を操作することにより、燃焼器 2 への燃料の供給量が調節されるようになっている。

【0014】

燃焼器 2 に供給された燃料および空気は混合気を形成し、燃焼器 2 にて混合気が燃焼することで高温高圧の燃焼ガスが発生する。そして、この燃焼ガスがタービン 1 に供給されることによりタービン 1 が高速で回転するようになっている。なお、タービン 1 に供給された燃焼ガスは、配管 8 を介して熱交換器 4 に供給された後に排気される。

【0015】

回転軸 6 の端部付近には発電機 5 が連結されており、タービン 1 により回転軸 6 を介して発電機 5 が高速で回転駆動されることで発電が行われる。発電機 5 にはインバータ 25 が接続され、発電機 5 の交流発電電力はインバータ 25 を介して商用電源系統へ送出されるようになっている。発電電力制御部 21 は、発電すべき電力を指令する発電指令値をインバータ 25 に送信するように構成されており、インバータ 25 を介して発電機 5 が送出する発電電力を制御するようになっている。発電機 5 にて発生した交流電力は、図示しない直流変換部、昇圧部などにより所要の直流電力に変換され、インバータ 25 により商用電源系統に連系した交流電力として出力される。なお、本実施形態では発電機 5 には DC ブラシレ

ス型発電機が使用されている。

【0016】

配管 8 には、排気される燃焼ガスの温度（排気温度）を測定するための排気温度測定部 13 が設けられている。また、回転軸 6 の端部付近には、タービン 1 の回転速度を測定する回転速度測定部 14 が設けられている。そして、排気温度測定部 13 及び回転速度測定部 14 により測定された各測定値は、それぞれタービン制御部 12 に送られるようになっている。

【0017】

図 2 は本実施形態に係るタービン制御部の構成を示す模式図である。

図 2 に示すように、タービン制御部 12 は、回転速度用 P I D 演算部 16 と、排気温度用 P I D 演算部 17 と、ローシグナルセレクト 18 とから基本的に構成されている。回転速度用 P I D 演算部 16 は、予め設定された目標回転速度でタービン 1 が回転するように、回転速度測定部 14 からのフィードバック値に基づいて最適な燃料供給量を演算するようになっている。より詳しくは、回転速度用 P I D 演算部 16 には回転速度測定部 14 が接続されており、この回転速度測定部 14 によって測定されたタービン 1 の現在の回転速度が回転速度用 P I D 演算部 16 に常時フィードバックされるようになっている。また、回転速度用 P I D 演算部 16 には、タービン 1 が目標とすべき定格回転速度、即ち、目標回転速度が予め設定されている。そして、この目標回転速度とタービン 1 の現在の回転速度との偏差を最小とするための最適な燃料供給量が回転速度用 P I D 演算部 16 によって演算されるようになっている。

【0018】

排気温度用 P I D 演算部 17 には、燃焼器 2 などが熱的に許容することができる保護温度が予め設定されている。この保護温度は、燃焼器 2 または熱交換器 4 が熱的に許容し得る最大温度よりも低い温度に設定されている。そして、排気温度用 P I D 演算部 17 によって、排気温度が保護温度で推移するように最適な燃料供給量が演算されるようになっている。より詳しくは、排気温度用 P I D 演算部 17 には排気温度測定部 13 が接続されており、この排気温度測定部 13 によって測定された現在の排気温度が排気温度用 P I D 演算部 17 に常時フィードバ

ックされるようになっている。この排気温度用 P I D 演算部 17 には、上述した保護温度が目標温度として予め設定されている。そして、保護温度と現在の排気温度との偏差を最小とするための最適な燃料供給量が排気温度用 P I D 演算部 17 によって演算されるようになっている。この排気温度用 P I D 演算部 17 によれば、排気される燃焼ガスの温度、即ち、排気温度を保護温度で推移させることができ、燃焼器 2 などが過度に高温となってしまうことを防止することができる。

【0019】

各 P I D 演算部 16, 17 の出力値はそれぞれローシグナルセレクト 18 に送られる。ローシグナルセレクト 18 は、各 P I D 演算部 16, 17 の出力値を比較し、最も小さい出力値のみを通過させるように構成されている。ローシグナルセレクト 18 を通過した出力値はタービン制御部 12 の最終的な出力値として燃料調節弁 10 に送られる。そして、燃料調節弁 10 はこの出力値に応じた弁開度となるように操作され、これにより、燃焼器 2 に供給すべき燃料供給量が決定される。なお、上記 P I D 演算部 16, 17 に加え、タービン 1 の回転加速度を制御するための回転加速度用 P I D 演算部（図示せず）が設けられており、起動時には排気温度用 P I D 演算部と協働して排気温度を一定値以下に保ちつつ、ほぼ一定の加速度でタービンを昇速させるようになっている。

【0020】

図 3 は本実施形態に係る発電電力制御部の構成を示す模式図である。

図 3 に示すように、発電電力制御部 21 は、回転速度用 P I D 演算部 16 の出力値から排気温度用 P I D 演算部 17 の出力値を減算する第 1 の減算部 22 と、第 1 の減算部 22 の算出値に所定の係数を乗算する数値変換部 23 と、予め設定された所定の基準発電指令値から数値変換部 23 の算出値を減算する第 2 の減算部 24 とを備えている。

【0021】

第 1 の減算部 22 には、回転速度用 P I D 演算部 16 の出力値 a と排気温度用 P I D 演算部 17 の出力値 b が送られるようになっている。そして、第 1 の減算部 22 にて、回転速度用 P I D 演算部 16 の出力値 a から排気温度用 P I D 演算部 17 の出力値 b が減算される（第 1 の減算工程 $a - b$ ）。次に、第 1 の減算部

22の算出値 $(a - b)$ は数値変換部23に送られ、数値変換部23にて所定の係数 c が乗算される(数値変換工程 $(a - b) \times c$)。続いて、数値変換部23の算出値は第2の減算部24に送られる。第2の減算部24では基準発電指令値 (S) が予め設定されており、この基準発電指令値 (S) から数値変換部23の算出値が減算される(第2の減算工程 $S - (a - b) \times c$)。

【0022】

ここで、排気温度用PID演算部17の出力値及び回転速度用PID演算部16の出力値は、いずれもパーセント(%)として表される。これに対し、発電電力制御部21は、発電機5の発電電力を制御するために設けられているので、発電電力制御部21から出力される発電指令値は、発電電力の単位、即ち、キロワット(kw)として表される。従って、排気温度用PID演算部17の出力値及び回転速度用PID演算部16の出力値を発電機5の発電電力の制御に用いるためには、キロワット(kw)に対応した値に変換する必要がある。数値変換部23では、この変換を行うために好適な所定の係数を乗算することにより、求めるべき発電指令値に対応した値に変換している。

【0023】

発電電力制御部21から出力された発電指令値(kw)は、インバータ25に送られる。そして、発電機5からの発電電力は、インバータ25によって発電指令値に応じた電力に変換される。このようにして、発電電力制御部21は、インバータ25を介して発電機5の発電電力を制御するようになっている。

【0024】

次に、本実施形態に係る発電電力制御部21の動作について具体的に説明する。

タービン1が定格回転速度で回転しているとき、負荷が増大して排気温度が上昇すると、排気温度用PID演算部17では燃料供給量を少なくして温度の上昇を抑えようとするので、排気温度用PID演算部17の出力値 b は減少する。一方、回転速度用PID演算部16の出力値 a は、回転速度が一定に維持されているので、ほぼそのままの値で推移する。そうすると、第1の減算部22の算出値 $(a - b)$ は、排気温度が上昇する前と比較して増大することになる。従って、

第2の減算部24において、基準発電指令値（S）から減算される量が多くなり、最終的に出力される発電電力制御部21の出力値（発電指令値）は減少する。その結果、発電機5の発電電力は減少し、タービン1に必要とされるトルクも減少するので、より少ない燃料が燃焼に供され、排気温度を所定温度にまで低下させることができる。

【0025】

このように、発電電力制御部21は、タービン制御部12に使用されている排気温度用PID演算部17を用いているので、専用のPID演算部などを設けることが不要となる。従って、タービン制御部12と発電電力制御部21を含む全体の制御システムの構成を簡素化することができ、演算処理の負荷を大幅に低減させることができる。

【0026】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ガスタービン装置の過度な温度上昇を抑えつつ発電電力を発生させることができる。また、排気温度用PID演算部の出力値を発電電力制御部に流用することにより、制御システム全体の構成を簡素化でき、制御システム全体の処理速度を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係るガスタービン装置の全体構成を示す模式図である。

【図2】

本発明の一実施形態におけるタービン制御部の構成を示す模式図である。

【図3】

本発明の一実施形態における発電電力制御部の構成を示す模式図である。

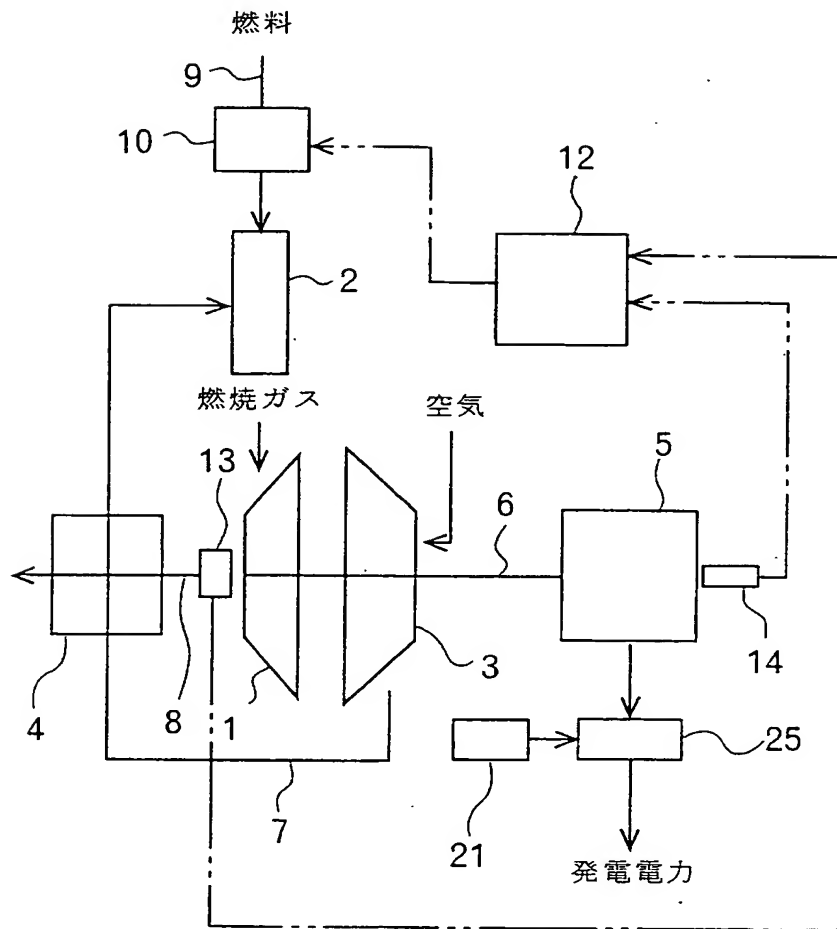
【符号の説明】

- 1 タービン
- 2 燃焼器
- 3 空気圧縮機
- 4 熱交換器

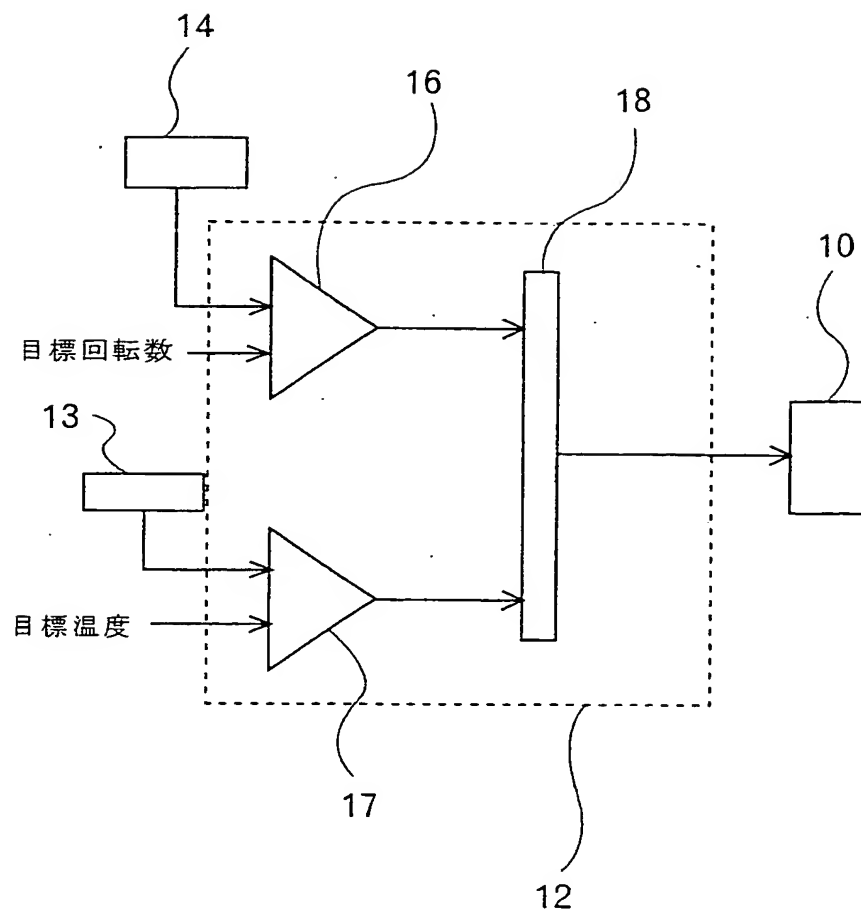
- 5 発電機
- 6 回転軸
- 7, 8, 9 配管
- 1 0 燃料調節弁
- 1 2 タービン制御部
- 1 3 排気温度測定部
- 1 4 回転速度測定部
- 1 6 回転速度用 P I D 演算部
- 1 7 排気温度用 P I D 演算部
- 1 8 ローシグナルセレクト
- 2 1 発電電力制御部
- 2 2 第 1 の減算部
- 2 3 数値変換部
- 2 4 第 2 の減算部
- 2 5 インバータ

【書類名】 図面

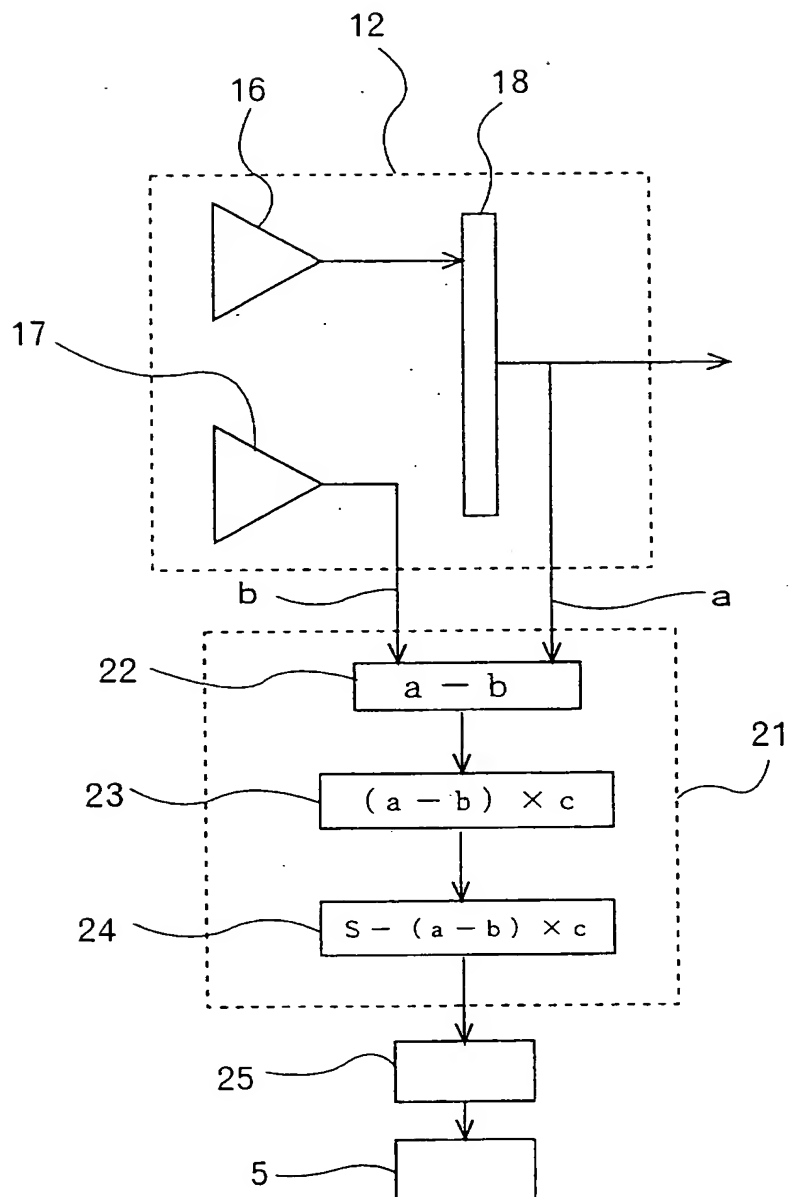
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガスタービン装置の許容温度以下に排気温度を抑えつつ最大の発電電力を得ることができ、しかも、回路構成を簡素化して処理速度を向上させることができる制御システムを備えたガスタービン装置及び発電電力の制御方法を提供する。

【解決手段】 燃焼ガスが供給されることにより回転するタービン 1 と、タービン 1 に連結された発電機 5 と、燃料調節弁 1 0 の弁開度を調節することによりタービン 1 の回転速度を略一定に制御する回転速度用 P I D 演算部 1 6 と、燃料調節弁 1 0 の弁開度を調節することにより排気される燃焼ガスの温度を所定温度以下に制御する排気温度用 P I D 演算部 1 7 と、排気温度用 P I D 演算部 1 7 の出力値と回転速度用 P I D 演算部 1 6 の出力値に基づいて発電機 5 の発電電力を制御する発電電力制御部 2 1 とを設けた。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 6 1 3 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 2 3 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

氏 名

株式会社荏原製作所